

# IP 기반 혼합 무선데이터망에서의 핸드오프 제어방식 연구

권 수 근<sup>\*</sup>

## 요 약

본 논문에서는 셀룰러이동망과 무선 LAN과의 핸드오프시 발생하는 급격한 데이터 전송율 변화를 고려한 새로운 핸드오프 방식을 제안한다. 이 방식에서는 고속의 무선 LAN에서 셀룰러망으로 이동국이 진행하는 경우 무선 LAN의 비콘신호의 세기가 일정 치 이상 감소하면 이에 비례하여 데이터의 전송율을 줄이며 이후 데이터 전송율이 일정치 이하로 감소하거나 무선 LAN과의 통신이 더 이상 불가능한 경우 셀룰러망으로 핸드오프를 시킨다. 이에 따라 좀 더 많은 데이터를 전송이 가능하며 또한 급격한 데이터 전송율의 변화에 따라 요구되는 시스템 내부의 데이터 저장 버퍼의 크기도 줄일 수 있다. 성능분석 결과 기존에 방식에 비해 전송이득 측면에서는 호의 전송율이 2,048Kbps이고 이동국의 속도가 1Km/hr 인 경우 약 180Mbytes의 정보를 추가적으로 전송할 수 있으며, 전송율의 변화에 따라 필요한 시스템 내부 데이터 버퍼의 크기는 위의 조건에서 1/2 정도로 줄어들음을 확인하였다.

## Handoff Control Scheme for IP Based Hybrid Mobile Data Network

Sookun Kwon<sup>\*</sup>

## ABSTRACT

In this paper, we propose a new handoff scheme which is efficient in hybrid mobile data network consists of cellular mobile network and wireless LAN. In this scheme, handoff is delayed until connections with wireless LAN and data rates are smoothly decreased according to beacon signal strength of wireless LAN. By doing so, data transfer capacity is increased and required data buffer in handoff for mobile and network system can be decreased. We analyze new handoff scheme by computer simulation. The results show that 180Mbytes data can be transferred additionally in handoff processing and required buffer size can be decreased 1/2 with the conditions that mobile speed is 1Km/hr and the data rate of a original call is 2,048Kbps.

**Key words:** Mobile data network(무선데이터망), IP(인터넷 프로토콜), Handoff(핸드오프)

## 1. 서 론

이동통신에서 서비스 대상의 다양화에 따라 서비

스지역, 대역폭, 핸드오프 방식 등이 다른 혼합 이동 망간의 핸드오프 중요성이 높아지고 있다. 기존 음성 위주의 서비스를 제공하던 셀룰러이동망은 무선 인터넷 등 멀티미디어서비스를 제공하기 위해 IMT-2000으로 발전하고 있으며[1], 실내에서 고속데이터 전송에 이용되는 무선 LAN은 이동성서비스를 제공 하기 위해 무선 접속장치들간의 인터워킹을 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다[2,3]. 또한 단말기의 경

※ 교신저자(Corresponding Author) : 권수근, 주소 : 경북 경주시 효현동 산 42-1(780-712), 전화 : 054)770-5176, FAX : 054)748-553, E-mail : skkwon@gyeongju.ac.kr

접수일 : 2003년 3월 17일, 완료일 : 2003년 10월 24일

<sup>\*</sup> 정회원, 경주대학교 컴퓨터전자공학부 조교수

※ 이 논문은 2001년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구 되었음(KRF-2001-003-E00117).

우 셀룰러이동망에서는 휴대용 전화기 위주에서 PDA(개인휴대단말기)등 데이터 단말의 사용이 확대되고 있으며, 무선 LAN에 접속되는 단말장치 또한 휴대용 컴퓨터가 소형화 경량화 됨에 따라 두 망간에서 사용 경계가 허물어지고 있다. 이와 같은 서비스의 발전 단계를 고려할 때 이중 무선데이터 망간의 핸드오프 제공은 사무실, 실외, 가정 간 서비스 연속성 제공, 무선자원의 효율적인 활용 등을 위해 시급한 연구가 요구되는 분야이다[4,5].

핸드오프는 통신중인 단말이 다른 서비스지역으로 위치를 이동하는 경우에도 서비스의 연속성을 제공해주는 메커니즘이다. 혼합무선데이터망간에 효율적인 핸드오프를 제공하기 위해 무선접속구간, 망영역 및 핸드오프 제어 알고리즘 분야에서의 새로운 기능이 요구된다. 무선접속기능은 셀룰러이동망에서는 단말과 기지국간에, 무선 LAN의 경우는 단말과 Access Point(AP)간에 무선접속이 이루어진다. 따라서 이중망간의 핸드오프를 위해서는 휴대단말기는 BS로부터 AP로 또는 AP로부터 BS로의 무선접속 변경이 필요하다[6]. 망 연동 기능의 경우 셀룰러이동망과 무선 LAN은 서로 다른 표준으로 독자적으로 망이 구축되어 있으며 두 망간의 핸드오프를 위해서는 이동국 위치정보의 상호 제공 및 트래픽 데이터를 서로 다른 망으로 전달해주는 리 라우팅(Re-routing) 기능이 필요하다[4]. 핸드오프 제어기능의 경우 동일 망내에서의 핸드오프는 동일한 무선환경, 제어알고리즘 및 전송율이 적용되는 시스템간의 대칭 이동이나 전송율, 셀 환경이 다른 비대칭 혼합 이동망간 핸드오프를 위해서는 새로운 핸드오프 제어 방식이 필요하다.

위에서 살펴본 바와 같이 혼합 이동망간의 핸드오프를 위해 세 가지의 기능적 요구사항이 존재한다. 이중 무선접속 기능은 물리적인 기능의 특성으로 인하여 이중 망에 adaptive한 접속의 제공이 어려우며 일정기간 이중모드 방식이 사용될 것으로 예상된다[5]. 망 기능의 경우 Mobile-IP(Internet Protocol)을 기반으로 두 망간의 연동에 대한 연구가 많이 진행되어 기존 망의 최소 변경으로 핸드오프를 제공하는 방안이 구체화되고 있다[4]. 특히 위의 두 기능은 표준규격이 요구되는 분야로 국제 표준화 기구 등에서 활발하게 연구되는 것과는 달리 핸드오프 제어방식 및 트래픽 제어는 국가적 또는 시스템 단위의 독자적

인 연구가 요구되는 분야이나 연구가 미진하여 이에 대한 연구가 절실히 요구된다.

본 논문에서는 셀룰러이동망과 무선 LAN과의 핸드오프시 발생하는 급격한 데이터 전송율의 변화에 적합한 새로운 핸드오프 방식을 제안하고 이의 성능을 분석한다. 본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 무선 LAN과 셀룰러망 연동을 위한 망구조 및 핸드오프 절차를 분석하고, 3장에서는 혼합이동망에 적합한 새로운 핸드오프 제어 알고리즘을 제안하며 4장에서는 제안된 방식의 성능을 분석하고 5장에서 결론을 내린다.

## 2. 무선 LAN과 셀룰러망 연동을 위한 망 구조 및 핸드오프 절차

### 2.1 셀룰러이동망의 진화 구조

가입자에게 이동성을 제공하는 통신서비스는 사용의 편리성으로 인하여 모든 분야에 급속히 확산되고 있다. 그러나 전파자원의 제한으로 인하여 서비스에는 많은 제약을 가지고 있으며 이에 따라 실내외를 하나의 통합 액세스 구조로 하는 서비스는 현재 단계에서는 불가능하다. 이에 따라 현재의 이동통신서비스는 실외의 넓은 서비스 지역에서 저속의 음성 및 데이터 서비스를 제공하는 셀룰러이동통신서비스와 실내 및 실외의 좁은 지역에서 고속서비스를 제공하는 무선 LAN 서비스로 나누어진다. 셀룰러이동통신은 IS-95A,B 기반의 복음방식과 및 GSM, GPRS 기반의 유선방식에서 현재는 2Mbps까지의 서비스를 목표로 하는 IMT-2000이 개발되어 초기 서비스가 시작되고 있다. 무선 LAN은 IEEE 802.11a WLAN, ETSI BRAN, 일본 MMAC-PC 등의 표준화에 따른 장비들이 개발되어 서비스되고 있다.

궁극적으로 모든 이동통신망이 통합되어 하나의 단일망 형태로 발전하겠지만 일반적으로 통신시스템이 가지는 혁명이 아닌 진화의 특성을 고려 할 때 향후 상당기간 동안 두 망이 독립적인 형태의 발전이 예상된다. 위와 같은 이동망의 발전단계를 고려하여 셀룰러이동망의 망 구조 진화 방향을 고찰하면 IP망연동 프로토콜의 기반이 되어 All-IP 망으로 진화하는 유선망에서와 마찬가지로 점진적으로 IP 기반의 망 구조로 진화 할 것으로 예측된다. 특히 셀룰러이동망은 아래의 여러 가지 이유로 IP를 기반으로

망이 진화되어야 할 필요성이 연구되어 왔다[7,8]. 첫째, IP를 기반으로 함으로서 기존의 유선망에서 제공되는 콘텐츠가 무선이동망에서도 제공 가능하다. 둘째, 경제적인 이유에서 유무선망을 결합하는 망 구축 및 관리가 필요하다. 셋째, IP 전화, QoS 관리 등 발전된 기술을 무선이동망에 직접 적용할 수 있다. 또한 이동성 관련 기술을 IP 계층에서 처리함으로써 무선 접속의 종류에 관계없이 동종(Homogeneous)의 IP 기반 무선이동망을 구축할 수 있다.

셀룰러이동통신의 경우 현재 데이터서비스를 위해 회선교환형태로 수신된 데이터가 BTS(Base station Transceiver Subsystem), BSC(Base station Controller), MSC(Mobile Switching Center)를 거쳐 IWF(InterWorking Facility)을 통해 인터넷망에 접속되는 형태를 취하고 있으며(그림 1(a)) 다음 단계로는 MSC가 IP 백본으로 대체되고 게이트웨이를 통해 인터넷으로 연동되고(그림 1(b)) 최종단계에서는 BTS, BSC의 이동가입자 접속장치들이 NAS(Network Access Server)등의 IP 기반의 액세스서로 대체되어 완전한 IP 기반의 이동가입자 접속이 실현될 것으로 예상된다(그림 1(c)).

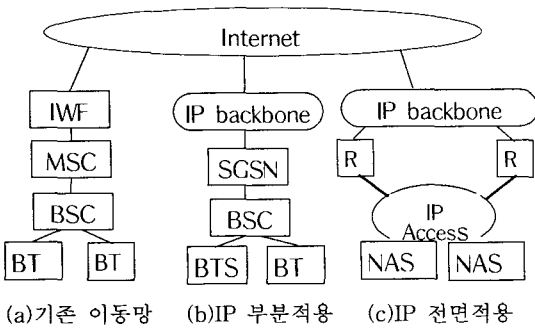


그림 1. 셀룰러이동망의 IP 적용 과정

### 2.2 셀룰러이동망과 무선 LAN의 망 연동 구조

데이터통신 서비스를 위한 셀룰러이동망과 무선 LAN은 그림 2와 같은 결합 구조를 가질 것으로 예상된다. 셀룰러망의 데이터서비스는 BTS, BSC, MSC 등의 기존 이동망 장치를 거쳐 인터넷에 접속되기 위해 IWF를 거치며, 무선 LAN의 AP는 광역 셀룰러 이동망의 서비스 영역 내에서 hot-spot 형태의 서비스 영역을 구축하는 계층구조의 셀 형태를 가지게 될 것이다. 이와 같은 망 구조에서 이동국이 무선

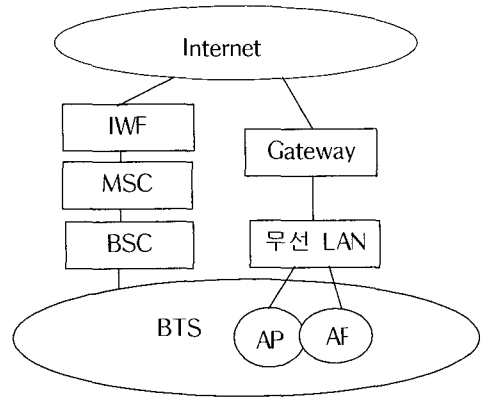


그림 2. 셀룰러이동망과 무선 LAN의 연동 구조

LAN의 서비스 영역내에서는 무선 LAN의 AP를 거쳐 광대역서비스를 받게 되며 이 영역을 벗어나는 경우 BTS를 통해 셀룰러망의 서비스를 받게 된다.

### 2.3 핸드오프 제어 구조

일반적으로 동종 무선망 내에서의 핸드오프는 동일한 무선인터페이스를 사용하는 기지국간 또는 무선 LAN의 AP간의 horizontal 핸드오프를 의미한다. 이와 비교하여 상이한 무선접속, 서비스 특성 및 서비스 영역을 가지는 이종망간 즉 셀룰러이동통신과 무선 LAN간의 핸드오프는 vertical 핸드오프로 정의된다. 좁은 서비스 영역의 무선 LAN과 넓은 서비스 영역을 가지는 셀룰러이동통신은 오버레이 형태를 가지며 작은 셀에서 큰 셀로의 핸드오프를 upward vertical 핸드오프라 하고 반대의 경우를 downward vertical 핸드오프라 한다.

셀룰러이동망에서의 핸드오프 연구는 셀룰러 방식이 핸드오프를 기본 전제로 발전해 왔기 때문에 많은 연구가 이루어졌으며 효율적인 핸드오프 제공을 위해 인공지능을 응용한 패턴인식 등의 고도화된 방식까지 연구되고 있다. 또한 음성서비스를 위한 회선교환방식의 위주로 연구되어 왔으나 최근에는 mobile-IP 기반의 환경 변화에 따른 연구가 진행중이다. 무선 LAN에서의 핸드오프 연구는 단순히 서버와 클라이언트간의 연결을 무선으로 제공하는 단계에서 이동국의 소형화, 경량화 및 동적인 부하분석 기법과 서로 다른 네트워크 도메인간의 로밍 지원에 따라 이동성 지원을 위한 연구가 상당히 진행되고 있다. IEEE 802.11 무선 LAN의 경우 단일 AP를 BS

로 정의하고 다중 BS를 연결하는 접속 프로토콜을 규정하여 무선 LAN에서의 핸드오프를 지원하는 방식을 구체화하고 있으며 유럽의 BRAN 및 IEEE 802.15 WPAN 등에서도 이동국의 이동성 지원을 위한 방식이 제시되고 있다[9].

이들 두 혼합망에서의 핸드오프 연구는 두 망간의 연동을 위한 망구조 분야를 중심으로 연구가 진행되고 있으며 셀룰러이동망과 무선 LAN이 계층구조를 가지는 것에 대해서는 합의가 된 상태이며 두 망간의 접속을 위해 두 망을 master-slave로 두는 방안, 게이트웨이를 사용하는 방안, mobile-IP를 사용하는 방안 등이 검토되고 있다. 환경이 다른 두 망간의 핸드오프를 위해 절대적으로 필요한 핸드오프 제어방식(시점제어, 신호 hysteresis 마진, 셀 체류시간, 트래픽 윈도우 설정 등)에 대한 연구는 극히 미진한 상태이다. 계층셀, 비대칭환경, 버스트 트래픽 특성을 위한 혼합이동망의 핸드오프 제어 알고리즘 연구는 이동국이 무선 LAN 및 셀룰러이동망과 동시에 서비스가 가능한 상태에서 망 상태와 서비스의 특성을 고려하여 가장 유용한 서비스를 선택할 수 있는 알고리즘, 고속 전송율을 제공하는 무선 LAN에서 저속 전송율이 제공되는 셀룰러이동망으로 핸드오프시와의 반대 경우에서의 최적 핸드오프 시점 결정 알고리즘 및 핸드오프과정에서의 효율적인 패킷 라우팅을 위한 단계적 핸드오프 기법 및 트래픽 제어 방법 연구가 필요하다.

### 3. 혼합이동망의 전송특성을 고려한 핸드오프 방식

#### 3.1 혼합이동망의 핸드오프 환경 및 특성

셀룰러이동망의 서비스영역이 무선 LAN 서비스 영역을 포함하는 계층구조를 가지며 또한 두 망이 제공하는 전송속도가 다른 비대칭구조의 혼합 데이터망에서 효율적인 핸드오프 및 이에 따른 트래픽 제어를 가능하게 하는 핸드오프 방식을 설계하기 위해 고려해야 할 사항들은 아래와 같다. 첫째, 단일 망에서의 핸드오프는 동일한 전송율 및 무선환경을 가지는 두 무선기지국(BS 또는 AP)으로부터 이동국에 수신되는 수신신호세기를 기준으로 하여 수신상태가 가장 양호한 기지국으로 접속을 이동하는 대칭 방식이다. 혼합 망의 경우 고속의 무선 LAN과 저속

의 셀룰러이동망간에 핸드오프가 발생하는 비대칭 환경이며, 이와 같은 고속, 저속의 비대칭 셀 환경에서 최적의 전송율 유지 및 QoS를 제공하기 위한 제어방식에 대한 연구가 필요하다. 둘째, 버스트 트래픽 위주의 서비스를 제공하는 무선 LAN에서의 핸드오프 연구는 초기수준이며, 대부분 회선교환방식을 적용하는 셀룰러이동망 위주의 핸드오프 알고리즘이 연구되어 왔다. 혼합 망에서는 많은 트래픽이 버스트한 특성을 가지는 패킷교환방식이 적용되며, 따라서 기존의 실시간, 회선교환 트래픽을 위한 호차단율, 핸드오프 실패율 관점의 연구에서 비실시간, 재전송이 허용되는 버스터 데이터에 대한 전송효율, 전송지연시간 등 새로운 척도를 고려한 핸드오프 방식에 대한 연구가 필요하다. 셋째, 셀룰러이동망과 무선 LAN은 단층 셀 구조를 가지나 혼합 망에서는 무선 LAN의 서비스 영역이 셀룰러이동망 서비스 영역 내에 포함되는 계층셀 구조(그림 2 참조)를 가진다. 이에 따라 일부 지역은 두 망의 동시 서비스 영역에 포함되어 사용자가 기지국의 가용성, 요금, 전송효율 등을 고려하여 자체적으로 핸드오프 시점을 결정할 수 있으며 이에 따른 계층셀에서의 최적 핸드오프 시점 결정 알고리즘(Handoff Decision Time Algorithms) 연구가 필요하다.

특히 고속의 데이터 전송율이 제공되는 무선 LAN에서 셀룰러이동망간으로 핸드오프가 발생하는 경우 핸드오프 시점의 결정에 대한 새로운 알고리즘이 필요하다. 무선 LAN과 통신중인 이동국은 비록 셀룰러 이동망보다 비콘신호의 세기가 약하더라도 좀 더 많은 데이터를 송수신 할 수 있으므로 일정 시점까지는 핸드오프를 시키지 않는 것이 효율적일 수 있다. 또한 무선 LAN과 고속으로 통신하는 이동국이 저속의 셀룰러이동망으로 급격하게 핸드오프 하는 경우 이동국의 데이터 저장 버퍼는 순간적인 overflow가 발생할 여지가 있다.

#### 3.2 가변 데이터 전송율을 고려한 제안된 핸드오프 절차

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위한 혼합 데이터이동망의 특성을 고려한 핸드오프 방식을 제안한다. 이 방식에서는 양 쪽 AP와 셀룰러망의 기지국의 비콘신호를 측정하여 핸드오프를 수행하나 기존의 핸드오프 방식 적용시 발생하는 급격한 전송

율의 변화에 따른 문제점 해결과 전송율 및 과금, 무선자원 활용의 효율성 등을 고려하여 무선 LAN과의 통신서비스를 우선적으로 적용하는 핸드오프 절차를 제안한다.

본 논문에서 제안하는 가변 데이터 전송율을 고려한 핸드오프 절차는 아래와 같으며.

i) AP를 통해 무선 LAN과 통신중인 이동국은 주기적으로 인접에 위치한 셀룰러 기지국의 비콘신호를 측정한다. 이동국은 무선 LAN AP로부터 수신되는 비콘신호의 세기가 일정치 이하로 줄어들면 AP로 보고하고, AP는 IWF를 통해 일정치 이상의 파일럿 신호가 수신되는 기지국의 제어 장치로 *Upward vertical handoff predict* 메시지를 보낸다.

ii) *Upward vertical handoff predict* 메시지를 수신한 해당 기지국의 제어장치는 채널을 할당하고 착신자와의 데이터 라우팅이 가능한 상태를 만들고, 핸드오프 수신이 가능함을 알리는 *Upward vertical handoff predict Ack* 메시지를 AP로 전송한다.

iii) *Upward vertical handoff predict Ack* 메시지를 수신한 AP는 이동국에 통보한다. 이 상태에서 이동국은 AP 및 셀룰러기지국과 모두 통신이 가능한 상태이며, 기존의 방식에서는 핸드오프가 시작되는 시점이다. 제안된 방식에서는 즉시 핸드오프를 수행하지 않고 AP의 비콘 신호의 세기 감쇠에 따라 전송 데이터를 단계적으로 감소시키기 시작하며 전송율이 셀룰러이동망과의 최대 전송율과 같아지거나 더 이상 무선 LAN과의 통신이 불가능한 경우 까지 무선 LAN의 AP를 통한 통신을 수행한다.

iv) 위 iii)의 절차에 따라 셀룰러 이동망과의 통신이 유리하다고 판단되는 시점이 되면 이동국과 AP는 *Upward vertical handoff Request*를 셀룰러 이동망으로 보내 핸드오프를 수행한다.

그림 3은 위의 절차에 따른 LAN에서 셀룰러망으로의 vertical 핸드오프 절차를 보여준다 위의 iii)에서 무선 LAN과 셀룰러이동망과의 핸드오프 시점을 결정하는 세부과정은 아래와 같다.

i) 무선 LAN AP의 비콘신호 세기가 일정치 이하가 되면 현재의 호 전송율( $D_{LAN}$ )과 핸드오프 될 셀룰러이동망의 최대 전송율( $D_{CELL}$ ), 이동국의 이동속도에 예측치( $V_M$ )와 무선 LAN과의 최대통신가능영역 예측치( $R_{REM}$ ), 전송율 조정 시간주기( $T_{DEC}$ )을 기반으

로 하여 전송율의 감소 스텝( $DEC_{SETP}$ )을 계산한다.

$$DEC_{SETP} = [(D_{LAN} - D_{CELL}) / (R_{REM} / V_M)] * T_{DEC}$$

ii) 계속적으로 무선 LAN AP의 비콘신호세기가 감소하여 현재의 호 전송율을 유지하기 어려운 지점에 도달하면 위 i)에서 계산된 전송율의 감소 스텝에 따라 전송율을 낮춘다.

iii) ii)의 과정에 따라 수정된 전송율이 셀룰러이동망의 최대 가능 전송율보다 낮거나 무선 LAN AP의 비콘신호 세기가 호를 유지하기에 어려운 정도이면 셀룰러이동망으로 핸드오프한다.

이와 반대로 셀룰러망에서 무선 LAN으로 이동하는 downward 핸드오프인 경우에는 무선 LAN의 비콘신호가 통신가능한 시점이 되면 즉시 핸드오프를 수행하고 비콘신호의 세기에 따라 점진적으로 전송율을 증가시킨다. 이와 같은 방식의 핸드오프는 급격한 이동에 따른 시스템 데이터 버퍼링의 완화, 고속통신이 가능한 무선 LAN과의 우선적인 통신에 의한 데이터 전송율상의 이점, 그리고 상대적으로 주파수 재사용 효율이 높은 무선 LAN 활용으로 인한 주파수 효율성 제공 등의 장점을 가지게 된다.

## 4. 성능 분석

### 4.1 시뮬레이션 모델

성능 분석은 하나의 셀룰러이동망의 기지국과 이 기지국의 서비스영역내에 2개의 무선 LAN AP가 서비스되는 모델을 사용하여 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 수행하였다. 무선 LAN의 전송율은 2Mbps, 셀룰러이동망의 전송율은 64Kbps로 가정하였다. 무선 LAN은 하나의 채널로 2Mbps의 전송을 지원하며 셀룰러이동망의 경우에도 하나의 64Kbps 통화채널이 한 호에 할당하는 것으로 가정하였다. 셀룰러이동망의 셀 서비스 반경은 2Km, 무선 LAN AP의 서비스 반경은 100m로 가정하였으며 이 반경내에 존재하는 기지국은 서비스가 가능하며 셀의 서비스 반경에 비례하여 AP 또는 기지국의 비콘신호의 세기가 감소한다고 가정하였다. 이동국의 이동속도와 방향은 서비스중 변화하지 않으며 이동속도는 1~20Km/hr로 가정하였다. 기타 셀룰러망과 무선 LAN의 자원은 충분하여 핸드오프 차단 및 전송율의 저하는 일어나지 않는 조건으로 가정하는 등 제안된 방식의 성능을

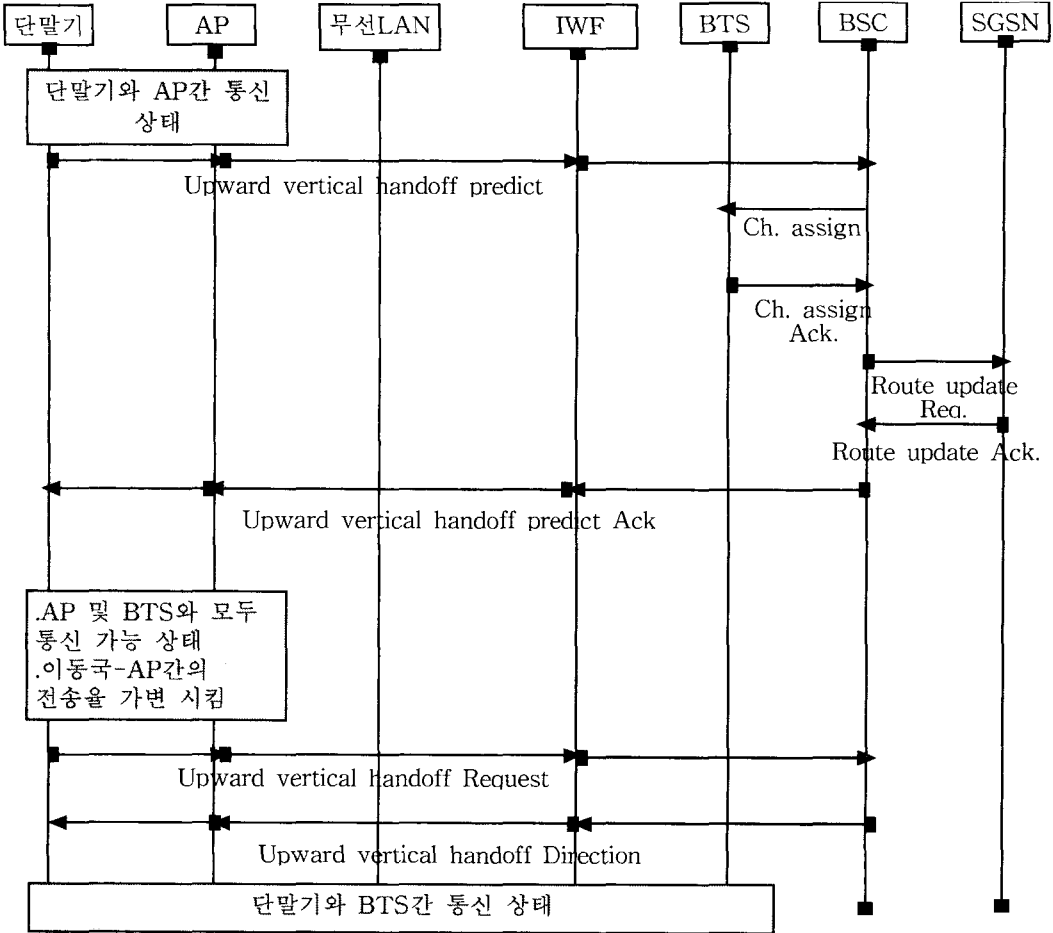


그림 3. 무선 LAN에서 셀룰망으로의 vertical 핸드오프 절차

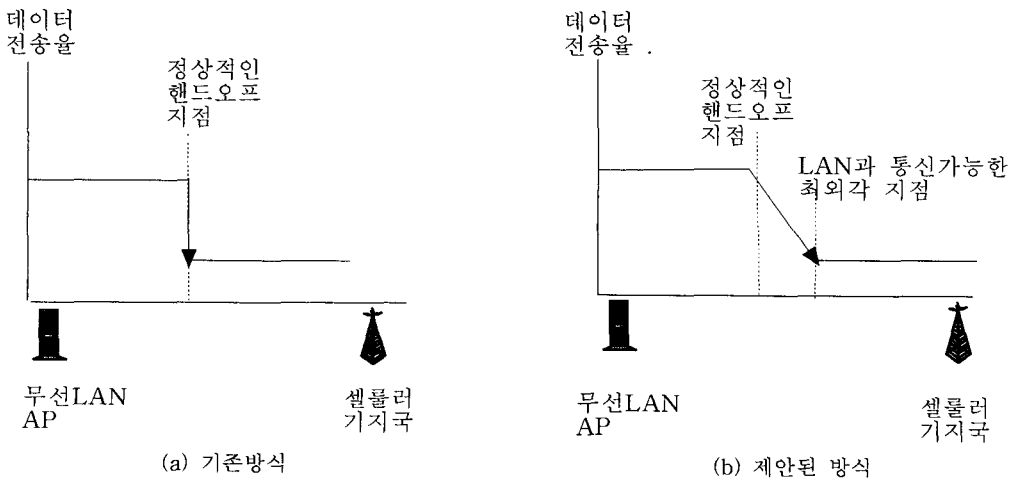


그림 4. 핸드오프시의 전송 데이터율 변화과정

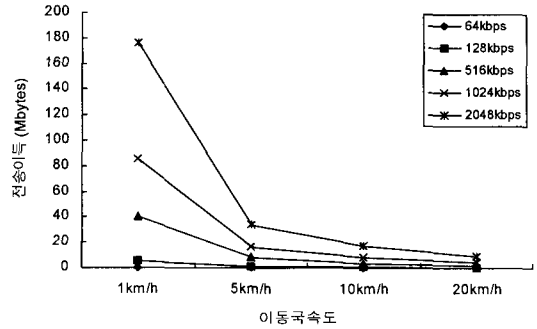
비교하는데 필요하지 않은 사항은 간략화 하였다.

### 4.2 성능 분석 및 검토

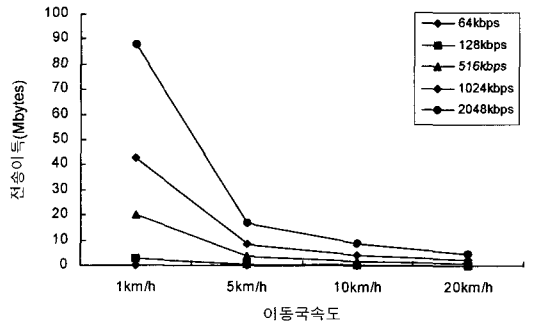
일반적으로 핸드오프 제어 프로토콜 및 알고리즘의 성능은 프로토콜 관점에서는 무선접속 구간 및 망간의 처리 메시지 수, 핸드오프 시점의 적절성으로 평가되며 알고리즘의 성능기준은 핸드오프 성공률, 핸드오프 발생빈도, 핸드오프 지연 시간, 트래픽 전송지연, 트래픽 전송효율, 무선자원 활용의 적절성 등으로 평가한다.

그러나 본 논문에서는 혼합이동망이라는 특수한 환경을 고려하여 이 환경에서 새로운 결정요소로 부각되는 데이터 전송율이 급격하게 변화하는 통신채널간의 핸드오프시 가장 큰 영향을 미치는 트래픽의 전송효율과 시스템에서 정상적인 처리를 위해 요구되는 전송메세지의 저장 버퍼 용량 관점에서 기존의 방식과 제안된 방식의 성능을 비교하였다.

그림 5는 비콘신호세기에만 의존하여 핸드오프를 진행하는 기존방식에 비하여 비콘신호에 따라 핸드오프 시점이 도달한 이후에도 데이터 전송율을 낮추면서 일정기간 동안 무선 LAN과의 핸드오프를 지속하는 제안된 알고리즘에 따라 셀룰러이동망으로 연결을 넘기는 방식을 적용한 경우에 추가적으로 얻을 수 있는 전송이득을 보여준다. 이동국의 속도는 1Km/hr에서 20Km/hr로 가변시켰으며, 핸드오프 전 무선 LAN과의 전송속도는 64Kbp에서 2,048Kbp까지 변화시켰다. 이동국의 속도변화에 따른 결과를 고찰하면 이동국의 이동속도가 저속인 경우 큰 효과를 얻을 수 있으며 속도가 높아짐에 따라 전송이득은 줄어들을 볼 수 있다. 이는 무선 LAN AP의 서비스 지역이 고정되어 있어 저속의 경우 상대적으로 오랜 시간 동안 이 영역 내에 체류하기 때문으로 분석된다. 핸드오프 전 무선 LAN과의 전송속도의 경우 전송속도가 높은 경우 즉 무선 LAN과 셀룰러이동망과의 최대지원 전송속도 차이가 큰 경우에 효율적이며 두 망과의 전송속도가 동일한 경우에는 전송이득이 없으며 이 경우에는 기존방식과 동일하게 핸드오프가 진행되어야 한다. 그림 5(a)는 기존 방식에서 핸드오프 시점되는 지점부터 전송율을 낮추면서 50m까지 무선 LAN과 서비스 지속시에 대한 결과이며 그림 5(b)는 25m까지 무선 LAN과 서비스지속 시에 대한 결과이다. 무선 LAN과 통신 지속시간이 길수



(a) 무선 LAN과 셀룰러의 비콘신호가 동일한 시점부터 50m까지 무선 LAN과 서비스지속시



(b) 무선 LAN과 셀룰러의 비콘신호가 동일한 시점부터 25m까지 무선 LAN과 서비스지속시

그림 5. 제안된 방식 적용한 경우 핸드오프시 전송이득

록 많은 전송이득이 가능하나 무선 LAN에 미치는 영향을 고려한 최적의 핸드오프 지속시점은 추가적인 연구가 필요하다.

그림 6은 고속의 무선 LAN과 통신중 저속의 셀룰러이동망으로 핸드오프시 순간적인 전송율의 급격한 변화에 따른 이동국 및 망이 전송할 데이터를 일시적으로 저장하기 위해 시스템에 요구되는 데이터

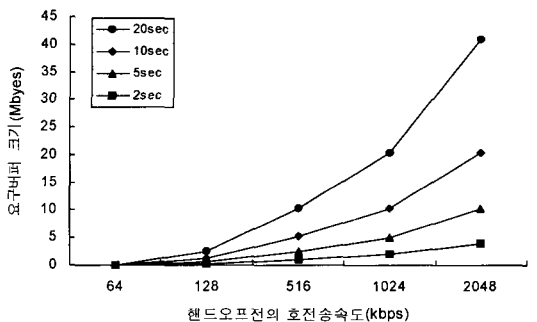
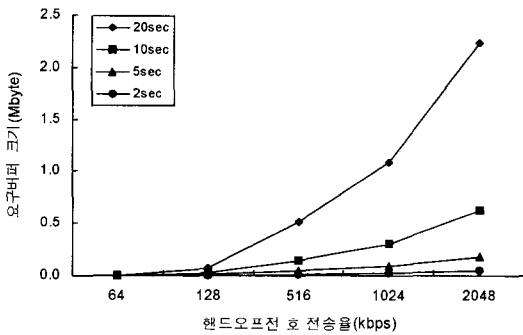


그림 6. 기존 방식에서의 핸드오프시 요구버퍼 크기

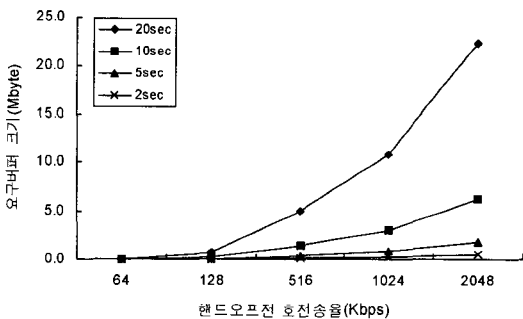
버퍼의 크기를 보여준다. 통신상대(해당 이동국과 통신중인 상대측 통신중단)에게 전송율 변경을 통보하고 이에 따라 상대측에서 송신데이터 전송율을 변경할 때까지의 소요되는 시간(round trip delay)이 각 2, 5, 10 및 20초인 경우에 대하여 분석하였다. 핸드오프전의 전송율은 64Kbps부터 2,048Kbps 까지 가변하였으며 셀룰러망의 최대 전송속도는 64Kbps, 이동국의 속도는 10Km/hr로 하였다. 요구되는 버퍼 크기는 상대측에서 전송율을 변경할 때까지의 소요되는

시간과 호의 전송율이 높아짐에 따라 급격히 증가하며 상대측에서 전송율을 변경할 때까지의 소요되는 시간이 20초이고 호 전송율이 2,048Kbps인 경우 41Mbyte의 버퍼가 요구됨을 보여준다.

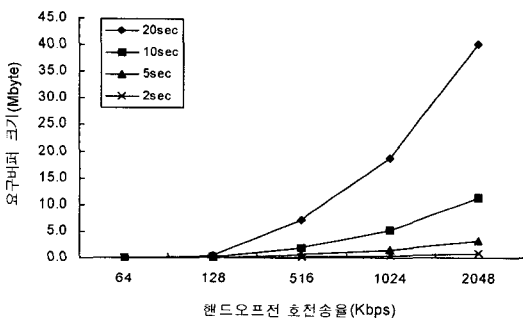
그림 7은 제안된 방식에 따라 핸드오프를 진행하는 경우 필요한 요구 버퍼의 크기를 나타낸다. 이동국의 속도는 1Km/hr, 10Km/hr, 20Km/hr로 가변시켰으며, 핸드오프 전 무선 LAN과의 전송속도는 64 Kbps에서 2,048Kbps까지 변화시켰다. 상대측에서 송신데이터 전송율을 변경할 때까지의 소요되는 시간(round trip delay)이 각 2, 5, 10 및 20초인 경우에 대하여 분석하였다. 분석결과는 이동국의 속도가 빠를수록, 핸드오프 전의 전송이 높을수록, round trip delay가 클수록 이에 비례하여 요구되는 데이터 버퍼의 크기가 커짐을 볼 수 있다. 그러나 기존의 방식의 결과인 그림 6과 비교하면 모든 경우에 대하여 요구되는 데이터 버퍼의 크기가 감소함을 알 수 있다. 제안된 방식은 특히 이동국의 속도가 저속인 경우 획기적인 요구 버퍼크기의 감소를 가져오며 이동국의 속도가 1Km/hr인 경우 기존방식에 비해 약 1/20로 감소한다. 이와 같은 결과는 이동국의 속도가 저속인 경우 제안된 방식 적용시 핸드오프시 전송율의 변화가 완만하여 일시적으로 저장할 데이터의 양이 미미하기 때문이다. 이동국의 속도가 10Km/h인 경우에도 기존 방식에 비해 절반 정도의 버퍼가 필요하면 20Km/h 이상의 속도로 이동하는 경우에는 상대측과의 전송율을 변경절차에 소요되는 시간이 10 초 이하인 경우에만 효과가 있음을 보여준다. 이는 상대측과의 전송율을 변경절차에 소요되는 시간이 일정치 이상인 경우에는 상대측과의 전송율 변경전에 이미 핸드오프가 진행되어 데이터 버퍼의 감소효과가 크지 않는 것으로 판단된다.



(a) 이동국의 이동속도=1Km/hr



(b) 이동국의 이동속도=10Km/hr



(c) 이동국의 이동속도=20Km/hr

그림 7. 제안된 방식에서의 핸드오프시 요구버퍼 크기

### 5. 결론

기존 음성위주의 서비스를 제공하던 셀룰러이동망은 무선인터넷 등 멀티미디어서비스를 제공하기 위해 IMT-2000으로 발전하고 있으며, 실내에서 고속데이터 전송에 이용되는 무선 LAN은 이동성서비스를 제공하기 위해 무선 접속장치들간의 인터워킹을 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 이와 같은 서비스의 발전 단계를 고려할 때 이중 무선데이터망간의 핸드오프 제공은 사무실, 실외, 가정 간 서비



스 연속성 제공, 무선자원의 효율적인 활용 등을 위해 시급한 연구가 요구되는 분야이다. 그러나 혼잡망의 경우 고속의 무선 LAN과 저속의 셀룰러이동망 간에 핸드오프가 발생하는 비대칭 환경이며, 이와 같은 고속, 저속의 비대칭 셀 환경에서 최적의 전송을 유지 및 QoS를 제공하기 위한 제어방식에 대한 연구가 필요하다. 특히 고속의 데이터 전송율이 제공되는 무선 LAN에서 셀룰러이동망으로 핸드오프가 발생하는 경우 핸드오프 시점의 결정에 대한 새로운 알고리즘이 필요하다.

본 논문에서는 혼합 데이터이동망의 핸드오프를 제안하고 제안된 방식의 성능을 분석하였다. 제안된 방식에서는 무선 LAN에서 셀룰러망으로 이동국이 진행되는 경우 무선 LAN의 비콘신호의 세기가 일정치 이상 감소하면 비콘신호의 세기와 여러 요소를 고려하여 결정되는 스텝크기에 전송율을 감소시키며 데이터 전송율이 계속 감소하여 셀룰러망의 최대 가능 전송율과 같아지거나 무선 LAN과의 통신이 불가능한 경우 셀룰러망으로 핸드오프를 시킨다. 이에 따라 좀더 많은 데이터를 전송할 수 있으며 또한 급격한 데이터 전송율의 변화에 따라 요구되는 데이터 버퍼의 크기도 줄일 수 있다.

성능분석 결과 기존에 방식에 비해 전송이득 측면에서는 호의 전송율이 2,048Kbps이고 이동국의 속도가 1Km/h 인 경우 약 180Mbytes의 정보를 추가적으로 전송할 수 있으며, 급격한 전송율의 변경에 따라 시스템 내부에서 필요한 데이터 버퍼의 크기는 위의 조건에서 1/2 정도로 줄어들음을 확인하였다.

본 논문에서는 간략화된 혼합이동망 환경에서 전송이득 및 요구버퍼의 감소량에 대한 관점에서 핸드오프의 성능을 분석하였으나 실제적인 적용을 위해서는 핸드오프 시의 호 절단을, 자원이용의 효율성 및 무선 LAN에 미치는 문제점에 대한 면밀한 분석과 셀룰러 망과 무선 LAN의 고속화에 따른 좀 더 높은 전송율에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

**참 고 문 헌**

[1] *IEEE Personal Commun.*, vol.4 no. 4, Special Issue on IMT-2000, August, 1997.

[2] R. Ramjee et al, "HAWAII: A Domain-based Approach for Supporting Mobility in Wide-area Wireless Network", *Proc. Int'l Conf. Network Protocols*, Nov. 1999.

[3] ETSI BRAN Project home page, <http://www.etsi.fr/BRAN>

[4] K. Pahlavan and A. Hatami, "Handoff in Hybrid Data Networks", *IEEE Personal Comm.*, vol. 7, pp. 34-47, April 2000.

[5] Larry Taylor, Richard Titmuss and Caroline Lebre, "The Challenge of Seamless Handover in Future Mobile Multimedia Networks", *IEEE Personal Comm.*, pp. 32-37, April 1999.

[6] Antoine Stephane et al, "Mechanisms and Hierarchical Topology for Fast Handover in Wireless IP Netwos", *IEEE Comm. Magazine*, pp. 112-115, November 2000.

[7] Ramjee and Thomas F. La Porta, "IP-Based Access Network Infrastructure for Next Generation Wireless Data Networks", *IEEE Personal Comm.*, pp. 34-41, August 2000.

[8] Peter J. Mccann and Thm Hiller, "An Internet Infrastructure for Cellular CDMA Networks using Mobile IP", *IEEE Personal Comm.*, pp. 26-32, August 2000.

[9] K. Pahlavan, A. Zahedi, and P. Krishnamurthy, "Wideband Local Access WLAN and WATM", *IEEE Comm. Magazine*, November 1997.



권 수 근

1982년 2월 경북대학교 전자공학과 학사  
 1984년 2월 경북대학교 전자공학과 석사  
 1998년 8월 충북대학교 정보통신공학과 박사  
 1984년 3월 ~ 1999년 2월 한국전

자통신연구원 연구원 책임연구원  
 1999년 3월 ~ 현재 경주대학교 컴퓨터전자공학부 조교수  
 관심 분야 : 이동통신시스템, 무선인터넷, 유무선통합망